

**PERBAIKAN TATA LETAK PENEMPATAN BARANG DI GUDANG
PENYIMPANAN MATERIAL BERDASARKAN
CLASS BASED STORAGE POLICY**

(Studi Kasus: Gudang Material PT. Filtrona Indonesia - Surabaya)

**REDESIGN LAYOUT OF GOODS PLACEMENT IN MATERIAL WAREHOUSE
BASED ON CLASS BASED STORAGE POLICY**

(Case Study: Material Warehouse of PT. Filtrona Indonesia - Surabaya)

Santi Nurrisa Karonsih¹⁾, Nasir Widha Setyanto²⁾, Ceria Farela Mada Tantrika³⁾

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: santinurrisakaronsih@gmail.com¹⁾, nazzyr_lin@ub.ac.id²⁾, ceria_fmt@ub.ac.id³⁾

Abstrak

Saat ini penempatan material di gudang PT. Filtrona belum memperhatikan frekuensi perpindahan sehingga untuk material yang bersifat fast moving harus menempuh perjalanan jauh untuk penyimpanan dan pengambilannya. Usaha untuk menyelesaikan permasalahan tersebut yaitu melalui perbaikan tata letak. Kebijakan yang digunakan dalam penelitian ini adalah class based storage policy. Pengelompokan didasarkan pada popularity. Tahapan penelitian dilakukan dengan menghitung utilitas gudang awal, frekuensi perpindahan, jumlah tempat penyimpanan, jarak perpindahan, ongkos material handling. Perbaikan dimulai dengan mengurutkan material berdasarkan frekuensi perpindahan dan membentuk tiga kelas, yaitu A, B, C. Untuk melakukan perancangan tata letak, dilakukan penentuan luas penyimpanan kemudian membuat dua alternatif layout. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan frekuensi perpindahan, material dikelompokkan menjadi kelas A: acetate tow dan plug wrap, kelas B: inner wrap dan packaging, kelas C: triacetine, yarn, tela dan plastic. Alternatif layout terpilih yaitu alternatif layout B yang menurunkan jarak perpindahan 52,94% dan ongkos material handling sebesar 30,81% per tahun.

Kata kunci: Tata Letak Gudang, Class Based Storage, Popularity, Jarak Perjalanan, Ongkos Material Handling

1. Pendahuluan

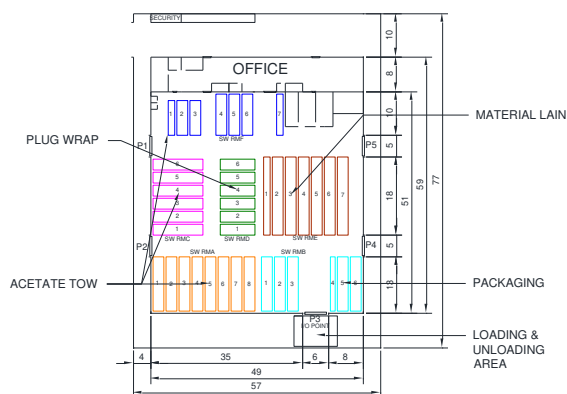
Gudang/ warehouse merupakan salah satu aspek penting yang dimiliki oleh perusahaan. Purnomo (2004) menyatakan bahwa gudang adalah tempat untuk menyimpan barang, baik bahan baku yang akan dilakukan proses manufaktur maupun barang jadi yang siap untuk dipasarkan.. Aktivitas yang dilakukan di dalam gudang diantaranya adalah *material handling*.

Umumnya, biaya yang diperlukan dalam kegiatan *material handling* cukup besar. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk meminimalkan biaya perpindahan barang yakni melalui perbaikan tata letak penempatan barang. Tata letak penempatan barang yang baik adalah tata letak yang memungkinkan barang yang tersimpan dapat terjangkau dan jarak pemindahan yang minimum. Jarak pemindahan yang minimum akan dapat mengurangi biaya perpindahan barang sehingga dapat mengurangi total biaya operasional gudang (Tompkins dan Smith, 1990).

PT. Filtrona Indonesia merupakan perusahaan multinasional yang menghasilkan produk berupa filter rokok berdasarkan pesanan pelanggan (*job order*). Banyaknya pesanan tersebut membuat perusahaan membutuhkan tempat penyimpanan barang yang besar, baik untuk penyimpanan material maupun produk jadi. PT. Filtrona Indonesia mempunyai tiga buah gudang penyimpanan yaitu, gudang Berbek Industri, gudang Surawangi, dan gudang B1. Gudang Surawangi merupakan gudang material.

Gudang Surawangi mempunyai ukuran sebesar 49x51x6 m³ dan terdiri dari enam area penyimpanan. Masing-masing area terdapat beberapa blok yang mempunyai ukuran dan kapasitas penyimpanan yang berbeda. Pada saat ini, penempatan material di gudang Surawangi belum memperhatikan frekuensi perpindahan barang. Material yang bersifat *fast moving* tidak diletakkan dekat pintu keluar masuk sehingga harus menempuh jarak perjalanan jauh untuk proses penyimpanan dan pengambilannya.

Layout Gudang Surawangi saat ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 *Layout* Gudang Surawangi Saat Ini

Sedangkan data rata-rata material yang keluar masuk gudang seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Data Rata Material *In-Out* per Bulan

Item	Material In (Pallet)	Material Out (Pallet)
Acetate tow	872	845
Inner Wrap	116	94
Packaging	47	40
Plug wrap	199	186
Triacetine	29	23
Plastic	2	1
Tela	36	32
Yarn	5	3
Total	1306	1224

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa lokasi penempatan terdekat dari titik *input/output* ditempati oleh *packaging*. Namun demikian, pada Tabel 1 diketahui bahwa frekuensi perpindahan *packaging* sangat kecil jika dibandingkan dengan frekuensi perpindahan *acetate tow* dan *plug wrap*. Tata letak material gudang yang demikian ini menjadi penyebab jarak perjalanan menjadi jauh. Lokasi penempatan barang *fast moving* yang tidak berada dekat dengan pintu keluar masuk serta banyaknya pembongkaran menyebabkan biaya operasional *material handling* menjadi tinggi.

Salah satu kebijakan yang dapat digunakan dalam mengatur tata letak penempatan material gudang adalah *class based storage*. *Class based storage* merupakan kebijakan penyimpanan yang membagi menjadi tiga kelas A, B dan C berdasarkan pada hukum Pareto dengan memperhatikan level aktivitas *storage* dan *retrieval* (S/R) dalam gudang, yaitu 80% aktivitas S/R diberikan pada 20% dari item, 15% pada 30% dari item dan yang terakhir 5% aktivitas S/R pada 50% dari item. *Popularity*

merupakan prinsip meletakkan item yang memiliki *accessibility* terbesar di dekat titik *Input-Output* (Hadiguna dan Setiawan, 2008). Prinsip *popularity* digunakan karena tidak ada korelasi antar material, yang harus menempatkan material berdasarkan kepentingan tertentu.

2. Metode penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dengan menghitung utilitas gudang pada layout awal, frekuensi perpindahan, jumlah tempat penyimpanan, jarak perpindahan dan ongkos *material handling*. Setelah diketahui kondisi pada *layout* awal kemudian dilakukan perbaikan tata letak. Perbaikan dimulai dengan mengurutkan material berdasarkan frekuensi perpindahan dan membentuk menjadi tiga kelas, yaitu kelas A, B dan C. Untuk melakukan perancangan tata letak, dilakukan penentuan luas penyimpanan kemudian membuat dua alternatif *layout* sebagai perbandingan.

3. Pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder, yaitu:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh melalui pengamatan dan/ atau pengukuran secara langsung peneliti dari obyek penelitian. Data yang diperoleh melalui hasil observasi dan wawancara. Data primer yang diambil adalah:

a. Sistem penyimpanan material saat ini.

Alur untuk perpindahan material pada Gudang surawangi dibagi menjadi dua:

1) Alur penyimpanan material dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Container forwarder* yang datang akan berhenti di depan pos satpam untuk dicek identitasnya.
- Material dibawa menuju pintu masuk gudang dan diturunkan dari *container*.
- Material diangkut menggunakan peralatan *material handling* menuju ke blok penyimpanan.
- Lokasi penyimpanan dari material dicatat dan informasinya kemudian di-*input* ke *database*.

2) Alur pengambilan barang

Pengambilan barang dimulai ketika ada permintaan dari produksi.

Departemen produksi menyerahkan bon material yang dibutuhkan. Pihak warehouse melakukan tindakan:

- a) Mencatatkan permintaan material dari departemen produksi dan meng-update database stok material.
 - b) Operator mengambil material menuju tempat penyimpanannya.
 - c) Material diangkut keluar sampai ke depan pintu gudang dengan menggunakan *forklift*.
- b. Data karakteristik dan dimensi material yang disimpan dan kapasitas tempat penyimpanannya. Data karakteristik dapat dilihat pada Tabel 2.
 - c. Peralatan *material handling* yang digunakan yaitu *forklift* dan *pallet*.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data atau informasi yang telah tersedia oleh pihak perusahaan atau pihak lain yang dianggap berkompeten. Data sekunder yang digunakan adalah:

Tabel 2 Dimensi Akhir Material

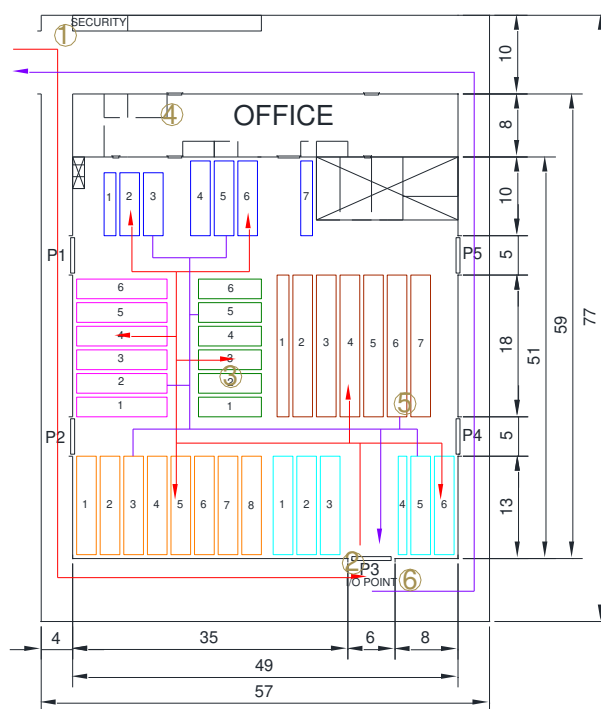
Item	Dimensi Material (t material + t pallet) (cm ³)	Kapasitas per pallet		Tumpukan
		Unit	Satuan	
Acetate tow	120x110x114	1 karton	600 kg	4
Inner Wrap	112x112x119	4 bobin	160 kg	3
Packaging	110x110x158	24 kardus	1200 ea	2
Plug Wrap	110x110x126	140 bobin	140 bb	3
Triacetine	120x100x115	1 drum	1150 kg	3
Plastic	110x110x114	40 karung	10000 ea	2
Tela	110x110x119	1 bobin	128 kg	3
Yarn	110x110x110	8 kardus	480 kg	3

a. Profil perusahaan

PT. Filtrona Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang berkembang pada bidang produksi filter rokok dan *tear tape*. Produk yang dihasilkan terdiri dari beragam jenis filter sesuai dengan keinginan pelanggan

b. Layout gudang Surawangi saat ini

Luas gudang Surawangi yang digunakan sebagai tempat penyimpanan sebesar 2349 m² seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2 Layout Awal Gudang Surawangi

Keterangan:

- = Blok Area Penyimpanan RMA
- = Blok Area Penyimpanan RMB
- = Blok Area Penyimpanan RMC
- = Jalur Penyimpanan Material

- = Blok Area Penyimpanan RMD
- = Blok Area Penyimpanan RME
- = Blok Area Penyimpanan RMF
- = Jalur Pengambilan Material

- c. Data jumlah penerimaan dan pengeluaran gudang bulan April 2012 - Maret 2013. Data tersebut dapat dilihat pada Lampiran 1.

4. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan pada layout awal, kemudian dilakukan perbaikan dengan dua alternatif layout. Layout terpilih adalah layout perbaikan yang mampu menurunkan jarak dan ongkos material handling lebih besar.

4.1 Perhitungan Layout Awal

Berikut merupakan langkah-langkah perhitungan pada layout awal.

1. Perhitungan utilitas

Perhitungan utilitas ruang dilakukan berdasarkan rasio luas blok yang tersedia dan total luas ruang. Sedangkan utilitas blok dilakukan berdasarkan rasio pemakaian dan pembuatan blok yang ada di dalam gudang saat ini.

Diketahui:

$$\begin{aligned}\text{Luas ruang gudang} &: 2349 \text{ m}^2 \\ \text{Luas total blok yang tersedia} &: 1336 \text{ m}^2 \\ \text{Luas total pemakaian blok} &: \\ &= \text{kapasitas pallet} \times \text{luas pallet} \\ &= 724 \text{ pallet} \times 1,32 \text{ m}^2 = 955,68 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan utilitas ruang:

$$\begin{aligned}\text{utilitas ruang} &= \frac{\text{luas total blok}}{\text{luas ruang}} \times 100\% \\ \text{utilitas ruang} &= \frac{1336 \text{ m}^2}{2349 \text{ m}^2} \times 100\% = 56,88\%\end{aligned}$$

Perhitungan utilitas blok:

$$\begin{aligned}\text{utilitas blok} &= \frac{\text{luas total pemakaian}}{\text{luas total blok}} \times 100\% \\ \text{utilitas blok} &= \frac{955,68 \text{ m}^2}{1336 \text{ m}^2} \times 100\% = 71,53\%\end{aligned}$$

2. Perhitungan Frekuensi Perpindahan

Frekuensi perpindahan dihitung dari seberapa banyak material keluar masuk gudang dengan menggunakan peralatan *material handling*.. Berdasarkan data material keluar masuk, material kemudian dikonversikan ke dalam satuan tempat penyimpanan dan satuan *pallet* penyimpanan. Setiap jenis material mempunyai satuan tempat penyimpanan, dimensi dan karakteristik yang berbeda-beda. Perhitungan frekuensi perpindahan diperoleh dengan menjumlahkan jumlah *pallet* yang dipindahkan pada saat material keluar masuk gudang.

Perhitungan jumlah material yang masuk adalah sebagai berikut:

a. Acetate tow

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata Quantity/bulan} &: 52845 \text{ kg} \\ \text{Kapasitas Tempat Penyimpanan} &: 600 \text{ kg} \\ \text{Jumlah Tempat Penyimpanan/pallet} &: 1 \\ \text{Banyak tempat penyimpanan} &= \frac{\text{Rata-rata quantity}}{\text{Kapasitas tempat penyimpanan}} \\ &= \frac{52845 \text{ kg}}{600 \text{ kg}} = 87,91 = 87 \text{ kanton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Banyak pallet} &= \frac{\text{banyak tempat penyimpanan}}{\text{Kapasitas pallet}} \\ &= \frac{87 \text{ kanton}}{1 \text{ kanton}} = 87 \text{ pallet}\end{aligned}$$

b. Inner Wrap

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata Quantity/bulan} &: 18453,3 \text{ kg} \\ \text{Berat per Inner Wrap} &: 40 \text{ kg} \\ \text{Jumlah Inner Wrap/pallet} &: 4 \\ \text{Banyak tempat penyimpanan} &= \frac{\text{Rata-rata quantity}}{\text{Kapasitas tempat penyimpanan}} \\ &= \frac{18453,3 \text{ kg}}{40 \text{ kg}} = 461,332 = 462\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Banyak pallet} &= \frac{\text{banyak tempat penyimpanan}}{\text{Kapasitas pallet}} \\ &= \frac{462}{4} = 115,5 = 116 \text{ pallet}\end{aligned}$$

c. Packaging

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata Quantity/bulan} &: 55662,3 \text{ ea} \\ \text{(lembar)} & \\ \text{Kapasitas Tempat Penyimpanan} &: 50 \text{ ea} \\ \text{Jumlah Tempat Penyimpanan/pallet} &: 24 \\ \text{Banyak tempat penyimpanan} &= \frac{\text{Rata-rata quantity}}{\text{Kapasitas tempat penyimpanan}} \\ &= \frac{55662,3 \text{ ea}}{50 \text{ ea}} = 1113,25 = 1114 \text{ kardus}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Banyak pallet} &= \frac{\text{banyak tempat penyimpanan}}{\text{Kapasitas pallet}} \\ &= \frac{1114 \text{ kardus}}{24 \text{ kardus}} = 46,42 = 47 \text{ pallet}\end{aligned}$$

d. Plug wrap

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata Quantity/bulan} &: 27740,7 \\ \text{bb/gulungan} & \\ \text{Jumlah Plug wrap/pallet} &: 140 \text{ bb} \\ \text{Banyak penyimpanan} &= \frac{\text{Rata-rata quantity}}{\text{Kapasitas tempat penyimpanan}} \\ &= \frac{27740,7 \text{ bb}}{1 \text{ bb}} = 27740,7 \text{ bb}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Banyak pallet} &= \frac{\text{banyak tempat penyimpanan}}{\text{Kapasitas pallet}} \\ &= \frac{27740,7 \text{ bb}}{144 \text{ bb}} = 192,64 = 193 \text{ pallet}\end{aligned}$$

e. Triacetin

$$\begin{aligned}\text{Rata-Rata Quantity/bulan} &: 32976,8 \text{ kg} \\ \text{Kapasitas Tempat Penyimpanan} &: 1150 \text{ kg} \\ \text{Banyak tempat penyimpanan} &= \frac{\text{Rata-rata quantity}}{\text{Kapasitas tempat penyimpanan}} \\ &= \frac{32976,8 \text{ kg}}{1150 \text{ kg}} = 28,6755 = 29 \text{ drum}\end{aligned}$$

f. *Plastic*

Rata-Rata *Quantity*/bulan : 15768,8 ea
 Kapasitas Tempat Penyimpanan: 250 ea
 Jumlah Tempat Penyimpanan/*pallet*: 40

$$\begin{aligned} & \text{Banyak tempat penyimpanan} \\ &= \frac{\text{Rata-rata quantity}}{\text{Kapasitas tempat penyimpanan}} \\ &= \frac{15768,8 \text{ ea}}{250 \text{ ea}} = 63,0752 = 64 \text{ karung} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Banyak pallet} \\ &= \frac{\text{banyak tempat penyimpanan}}{\text{Kapasitas pallet}} \\ &= \frac{64 \text{ karung}}{40 \text{ karung}} = 1,6 = 2 \text{ pallet} \end{aligned}$$

g. *Tela*

Rata-Rata *Quantity*/bulan : 4499,83 kg
 Berat per *Tela* : 128 kg
 Jumlah *Tela*/*pallet* : 1

$$\begin{aligned} & \text{Banyak tela} \\ &= \frac{\text{Rata-rata quantity}}{\text{Kapasitas tempat penyimpanan}} \\ &= \frac{4499,83 \text{ kg}}{128 \text{ kg}} = 35,1549 = 36 \text{ tela} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Banyak pallet} \\ &= \frac{\text{banyak tempat penyimpanan}}{\text{Kapasitas pallet}} = \frac{36}{1} = 36 \text{ palet} \end{aligned}$$

h. *Yarn*

Rata-Rata *Quantity*/bulan : 1962,54 kg
 Kapasitas Tempat Penyimpanan: 60 kg
 Jumlah Tempat Penyimpanan/*pallet*: 8

$$\begin{aligned} & \text{Banyak tempat penyimpanan} \\ &= \frac{\text{Rata-rata quantity}}{\text{Kapasitas tempat penyimpanan}} \\ &= \frac{1962,54 \text{ kg}}{60 \text{ kg}} = 32,7089 = 33 \text{ kardus} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Banyak pallet} \\ &= \frac{\text{banyak tempat penyimpanan}}{\text{Kapasitas pallet}} \\ &= \frac{33 \text{ kardus}}{8 \text{ kardus}} = 4,125 = 5 \text{ pallet} \end{aligned}$$

Perhitungan material yang keluar gudang menggunakan cara yang sama seperti pada perhitungan material masuk. Hasil perhitungan tersebut seperti pada Tabel 3.

3. Perhitungan Jumlah Tempat Penyimpanan

Perhitungan jumlah tempat penyimpanan yang dibutuhkan diperoleh dari data maksimal jumlah material yang masuk tiap bulannya (Tabel Penerimaan Material pada Lampiran 1 warna *cell* hijau), dan dihitung

dengan cara yang sama dengan perhitungan pada frekuensi perpindahan material dan hasilnya ditunjukkan seperti Tabel 4.

Tabel 3 Frekuensi Perpindahan Material per Bulan
 Periode April 2012–Maret 2013

<i>Material</i>	<i>Material In (Pallet)</i>	<i>Material Out (Pallet)</i>	Total Frekuensi Perpindahan (Pallet)
<i>Acetate tow</i>	872	845	1717
<i>Inner Wrap</i>	116	94	210
<i>Packaging</i>	47	40	87
<i>Plug wrap</i>	199	186	385
<i>Triacetine</i>	29	23	52
<i>Plastic</i>	2	1	3
<i>Tela</i>	36	32	68
<i>Yarn</i>	5	3	8
	1306	1224	2530

4. Perhitungan Jarak Perpindahan Material

Perhitungan jarak dilakukan dengan mengukur jarak antara titik keluar masuk dengan titik pusat blok penyimpanan dari masing-masing material. Pada pengukuran jarak perpindahan diasumsikan untuk jarak penyimpanan maupun pengambilan bolak-balik menggunakan jalur yang tetap, sehingga jarak bolak-balik akan sama.

Untuk menentukan titik pusat dari suatu bentuk benda, dilakukan dengan mencari titik berat dari bentuk benda tersebut. Berat benda berbentuk luasan (dua dimensi) sebanding dengan luasnya (*A*). Secara umum titik berat benda beraturan terletak pada perpotongan diagonal. Titik berat gabungan beberapa benda homogen berbentuk luasan ditentukan dengan:

$$\begin{aligned} x_0 &= \frac{x_1 A_1 + x_2 A_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots} \\ y_0 &= \frac{y_1 A_1 + y_2 A_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots} \end{aligned} \quad (\text{pers.1})$$

Sumber: Permendiknas, 2006

Tabel 4 Kebutuhan Tempat Penyimpanan

Item	Maksimal In Raw Material (Pallet)	Satuan	Kebutuhan Tempat Penyimpanan (Pallet)	Tumpukan	Kebutuhan Luasan Penyimpanan (Pallet)	Pembulatan
<i>Acetate tow</i>	955595,2	Kg	1593	4	398,25	399
<i>Inner Wrap</i>	45440,64	Kg	285	3	95	95
<i>Packaging</i>	81240	Ea	67	2	33,5	34
<i>Plug wrap</i>	39531	Bb	283	3	94,3333	95
<i>Triacetine</i>	62580	Kg	55	3	18,3333	19
<i>Plastic</i>	48404,52	Ea	5	2	2,5	3
<i>Tela</i>	8334	Kg	66	3	22	22
<i>Yarn</i>	5003,22	Kg	11	3	3,66667	4
			2365			671

Dimana:

x_o = titik berat gabungan pada sumbu x
 y_o = titik berat gabungan pada sumbu y
 x_1 = titik berat benda 1 pada sumbu x
 y_1 = titik berat benda 1 pada sumbu y
 x_2 = titik berat benda 2 pada sumbu x
 y_2 = titik berat benda 2 pada sumbu y
 A_1 = luas benda 1
 A_2 = luas benda 2

Dengan menganggap titik pada pojok kiri belakang gudang sebagai titik (0,0), maka koordinat titik pusat dari masing-masing blok penyimpanan adalah titik berat (x,y) dari blok tersebut.

Karena ada material yang mempunyai lokasi penyimpanan lebih dari satu area, maka titik pusat ditentukan berdasarkan gabungan dari titik berat area penyimpanan. Sehingga, untuk material *acetate tow* dan *plug wrap* harus dihitung terlebih dahulu titik berat dari area penyimpanannya. Berdasarkan perhitungan titik berat, dihasilkan titik pusat seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Koordinat Akhir Titik Pusat Area

Item	Blok Penyimpanan	Koordinat Titik Pusat Gabungan (x,y) (m)
Acetate tow	A, B1, C, F1, F2, F3	(13,83 , 20,01)
Inner Wrap	E	(35,75 , 27)
Packaging	B2	(44,95 , 6,75)
Plug wrap	D, E	(31,26 , 26,93)
Triacetine	E	(35,75 , 27)
Plastic	E	(35,75 , 27)
Tela	E	(35,75 , 27)
Yarn	E	(35,75 , 27)

Untuk mengetahui jarak perpindahan adalah dengan cara mengalikan frekuensi perpindahan dan jarak blok penyimpanan dari I/O point. Jarak perpindahan dihitung dengan menggunakan metode *rectilinear*. Teknik pengukuran jarak *Rectilinear* yang dikenal dengan jarak *manhattan*, merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Rumus yang digunakan:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (\text{pers.2})$$

Sumber: (Purnomo, 2004).

Dimana:

x_i = koordinat x pada pusat fasilitas i
 y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i
 x_j = koordinat x pada pusat fasilitas j
 y_j = koordinat y pada pusat fasilitas j
 d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j (meter)

Hasil perhitungan jarak tersebut seperti pada Tabel 6.

Tabel 6 Jarak Perpindahan Material Awal

Item	Frekuensi Perpindahan	Jarak Penyimpanan (m)	Total Jarak (m)
Acetate Tow	1717	44,18	75857,06
Inner Wrap	210	29,25	6142,5
Packaging	87	13,7	1191,9
Plug Wrap	385	33,67	12962,95
Triacetine	52	29,25	1521
Plastic	3	29,25	87,75
Tela	68	29,25	1989
Yarn	8	29,25	234
Total	2530		99986,2

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diketahui total jarak perpindahan per bulannya adalah sebesar 99986,2 m. Dengan menggunakan asumsi jarak bolak-balik perjalanan yang sama dan sistem penyimpanan dan pengambilan material menggunakan sistem *single command*, yaitu sistem perpindahan dimana proses penyimpanan dan pengambilan tidak dalam satu perjalanan, maka jarak perpindahan dikalikan dua sehingga total jarak perpindahan sebesar 199.972,4 m sehingga dalam satu tahun terdapat jarak sejauh 199.972,4 m x 12 bulan = 2.399.688,8 m.

5. Perhitungan OMH awal

Pada perhitungan Ongkos *Material handling* (OMH) digunakan asumsi:

- Perhitungan OMH hanya dilakukan pada saat penyimpanan dan pengambilan material
- Kecepatan pemakaian peralatan *material handling* tetap, baik untuk *forklift* dalam keadaan berisi maupun kosong.
- Nilai sisa peralatan *material handling* ketika dijual saat umur ekonomis habis diperkirakan sebesar Rp 25.000.000,00.

Biaya-biaya tersebut diantaranya:

- Biaya Peralatan (*Fixed Cost*)

Di gudang Surawangi, peralatan *material handling* yang digunakan adalah *forklift* dengan spesifikasi:

Tabel 7 Spesifikasi *Forklift*

Spesifikasi <i>Forklift</i>	
Merk	Toyota Tonero
Harga Pembelian (P)	Rp 247.512.000,00
Umur Ekonomis (N)	10 tahun
Nilai Sisa (S)	Rp 25.000.000,00
Biaya <i>Maintenance</i>	Rp 6.000.000,00/ tahun
Jenis Bahan Bakar	Solar

b. Biaya bahan bakar (*Variable Cost*):

Operasional *forklift* menghabiskan bahan bakar sebanyak 6 liter solar setiap harinya. Harga bahan bakar solar non subsidi per Juni 2013 adalah Rp 9.600,00/ liter. Sehingga untuk biaya bahan bakar menghabiskan sebanyak Rp 57.600,00 tiap harinya. Jumlah hari kerja pada April 2012 - Maret 2013 adalah sebanyak 350 hari.

Dengan jarak perpindahan untuk penyimpanan dan pengambilan material adalah 2.399.688,8 m dalam satu tahun, maka perpindahan barang untuk per harinya akan menempuh jarak sejauh:

$$\text{jarak perpindahan per hari} = \frac{2.399.688,8 \text{ m}}{350 \text{ hari}} = 6.856,197 \text{ m}$$

Sehingga untuk menentukan biaya bahan bakar tiap meternya digunakan perbandingan antara harga bahan bakar per hari dengan jarak perpindahan.

$$\text{biaya bahan bakar} = \frac{\text{Rp } 57.600,00}{6.856,197 \text{ m}} = \text{Rp } 8,4/\text{m}$$

c. Perhitungan Depresiasi (*Fixed Cost*):

Depresiasi merupakan penurunan nilai suatu properti atau aset karena waktu dan pemakaian (Pujawan, 2008). Metode depresiasi garis lurus (*straight line*) didasarkan atas asumsi bahwa berkurangnya nilai suatu aset secara *linear* (proporsional) terhadap waktu atau umur dari aset tersebut. Besarnya depresiasi tiap tahun dengan metode SL dihitung berdasarkan rumus:

$$D_t = \frac{P-S}{N} \quad (\text{pers.3})$$

Sumber: Pujawan, 2008

Dimana:

D_t = depresiasi pada tahun ke-t (Rp)

P = ongkos awal dari aset yang bersangkutan (Rp)

S = nilai sisa dari aset tersebut (Rp)

N = masa pakai (umur) dari aset tersebut (tahun)

Perhitungan depresiasi dari *forklift* dihitung dengan menggunakan metode depresiasi Garis Lurus (*Straight Line*):

$$D_t = \frac{P-S}{N} = \frac{\text{Rp } 247.512.000,00 - \text{Rp } 25.000.000,00}{10} = \text{Rp } 22.251.200,00$$

d. Biaya Mesin

Biaya Mesin

= *Fixed Cost* (Depresiasi + Biaya *Maintenance*) + *Variable Cost* (Biaya Bahan Bakar)

Biaya Mesin

$$= (\text{Rp } 22.251.200,00 + \text{Rp } 6.000.000,00) + \text{Rp } 8,4 \text{ (x m)}$$

Sehingga, biaya mesin pada periode April 2012 – Maret 2013 adalah:

Biaya mesin

$$= \text{Rp } 22.251.200,00 + \text{Rp } 8,4 (2.399.688,8 \text{ m})$$

$$= \text{Rp } 22.251.200,00 + \text{Rp } 20.157.385,92$$

$$= \text{Rp } 48.408.585,92$$

e. Biaya Operator *Forklift* (*Variable Cost*)

Operator yang ada di Gudang surawangi sebanyak tiga orang. Jam kerja gudang adalah 24 jam yang terbagi menjadi tiga shift. Masing-masing shift memiliki waktu kerja 8 jam dengan jumlah operator per shiftnya sebanyak satu orang. Upah operator per jam-nya sebesar Rp 7.250,00. Proporsi jam kerja untuk perpindahan *forklift* adalah 30% dari jam kerja operator. Jumlah jam operasi *forklift* tiap harinya sebanyak 30% x 24 jam = 7,2 jam. Sedangkan jarak perpindahan tiap harinya sebesar 6.856,197 m, sehingga:

Kecepatan *forklift* (V)

$$= \frac{\text{jarak perpindahan}(t)}{\text{waktu}(w)} = \frac{6.856,19 \text{ m}}{7,2 \text{ jam}} = 952,3 \text{ m/jam}$$

Biaya Operator = biaya/jam x waktu operasi perpindahan *forklift*

$$= \text{Rp } 7.250 \left(\frac{\text{Rp}}{\text{jam}} \right)$$

f. Perhitungan Ongkos *Material handling* (OMH) pada *Layout* Awal

OMH = Biaya Mesin + Biaya Operator

$$= \text{Rp } 22.251.200,00 + \text{Rp } 6.000.000,00 + \text{Rp } 8,4 \text{ (x)} + \text{Rp } 7.250 \left(\frac{\text{Rp}}{\text{jam}} \right)$$

$$= \text{Rp } 22.251.200,00 + \text{Rp } 6.000.000,00 + (\text{Rp } 8,4 + \left(\frac{\text{Rp } 7.250}{952,25} \right) \text{ x m})$$

Ongkos *Material Handling* pada periode April 2012 – Maret 2013 adalah:

$$\text{OMH} = \text{Rp } 22.251.200,00 + \text{Rp } 6.000.000,00 + ((\text{Rp } 8,4 + \left(\frac{\text{Rp } 7.250}{952,25} \right)) * 2.399.688,8 \text{ m})$$

$$= \text{Rp } 28.251.200,00 + ((\text{Rp } 8,4 + \text{Rp } 7,61) * 2.399.688,8 \text{ m})$$

$$= \text{Rp } 66.670.217,688 \text{ per tahun}$$

Berdasarkan rumus perhitungan ongkos *material handling*, kemudian dihitung ongkos *material handling* per meternya.

$$z = \sum_i \sum_j f_{ij} c_{ij} d_{ij}$$

Sehingga, ongkos *material handling* tiap satuan jaraknya adalah:

$$c_{ij} = \frac{z}{\sum_i \sum_j f_{ij} d_{ij}} \quad (\text{pers.4})$$

dimana :

f_{ij} = frekwensi perpindahan antara stasiun i dan j

c_{ij} = ongkos *material handling* per-satuan jarak (Rp)

d_{ij} = jarak antara stasiun i dan j (meter)

$$z = \sum_i \sum_j f_{ij} c_{ij} d_{ij}$$

$$\text{Rp } 66.670.217,688 = 2.399.688,8 \times c_{ij}$$

$$c_{ij} = \frac{\text{Rp } 66.670.217,688}{2.399.688,8 \text{ m}} = \text{Rp } 27,78$$

Dari perhitungan di atas, dapat diketahui biaya *material handling* untuk proses penyimpanan dan pengambilan material di dalam gudang pada periode April 2012–Maret 2013 adalah sebesar Rp 27,78 per meter. Biaya ini nantinya akan digunakan sebagai perbandingan dengan biaya *material handling* pada *layout* usulan.

Onkos *material handling* usulan didapatkan dengan menggunakan rumus:

$$\text{OMH} = \text{Rp } 22.251.200,00 + \text{Rp } 6.000.000,00 + (\text{Rp } 8,4 + (\frac{\text{Rp } 7.250}{v})) \times m$$

4.2 Perhitungan Layout Perbaikan

Berikut merupakan langkah-langkah pembuatan layout perbaikan.

1. Pengurutan Aktivitas Perpindahan dan Pembentukan Kelas

Pengurutan aktivitas perpindahan menggunakan total frekuensi perpindahan untuk aktivitas *storage* maupun *retrieval*. Pembentukan kelas tersebut dengan membagi kedelapan jenis material ke dalam tiga kelas yang berbeda menggunakan prinsip Pareto. Tabel 8 merupakan pembentukan kelas.

2. Penentuan Luas Penyimpanan

Panjang lantai penyimpanan menggunakan dimensi terbesar material yaitu 120 cm, sedangkan jarak antar material pada satu baris dibuat sebesar 10 cm agar tidak terjadi gesekan antarmaterial. Lebar dari lantai penyimpanan dibuat 110 cm dan besar *allowance* jarak pada kanan kirinya masing-masing 20 cm. Dengan jarak 160 cm akan cukup sebagai tempat masuknya *forklift* yang mempunyai lebar 130 cm. Tabel 9 merupakan kebutuhan tempat penyimpanan tiap kelasnya.

Tabel 8 Pembentukan Kelas

Item	Jumlah Pemakaian	Prosentase Pemakaian (%)	Total Prosentase Pemakaian (%)	Jumlah Item (%)	Kelas
Acetate tow	1717	67,866%	83,083%	25%	A
Plug wrap	385	15,217%			
Inner Wrap	210	8,300%	11,739%	25%	B
Packaging	87	3,439%			
Tela	68	2,688%	5,178%	50%	C
Triacetine	52	2,055%			
Yarn	8	0,316%			
Plastic	3	0,119%			
Total	2530	100%	100%	100%	

Tabel 9 Kebutuhan Tempat Penyimpanan

Kelas	Item	Kebutuhan Tempat Penyimpanan (Pallet)	Total Kebutuhan Luasan Penyimpanan (Pallet)
A	Acetate Tow	399	494
	Plug Wrap	95	
B	Inner Wrap	95	129
	Packaging	34	
C	Tela	22	48
	Triacetine	19	
	Yarn	4	
	Plastic	3	
		671	671

Dari hasil wawancara, perusahaan menginginkan *allowance* untuk lebar *aisle* minimal 40% agar *forklift* bisa bermanuver dengan lancar. Panjang *forklift* adalah 3,1 m dan lebarnya 1,3 m. Lebar material terbesar yaitu *acetate tow* adalah 1,10 m. Panjang *forklift* menggunakan ukuran saat membawa barang. Karena garpu *forklift* mempunyai panjang 1,1 m sedangkan lebar material terbesar 1,2 m, maka total panjang *forklift* adalah 3,2 m.

Sehingga dimensi terpanjang *forklift* adalah:

$$d = \sqrt{p^2 + l^2}$$

$$d = \sqrt{3,2^2 + 1,3^2}$$

$$d = \sqrt{10,24 + 1,69} = \sqrt{11,93} = 3,45 \text{ m}$$

$$\text{Allowance} = \frac{40\%}{100} \times 3,45 \text{ m} = 1,38 \text{ m}$$

$$\text{Total lebar aisle} = 3,45 + 1,38 = 4,83 = 5 \text{ m.}$$

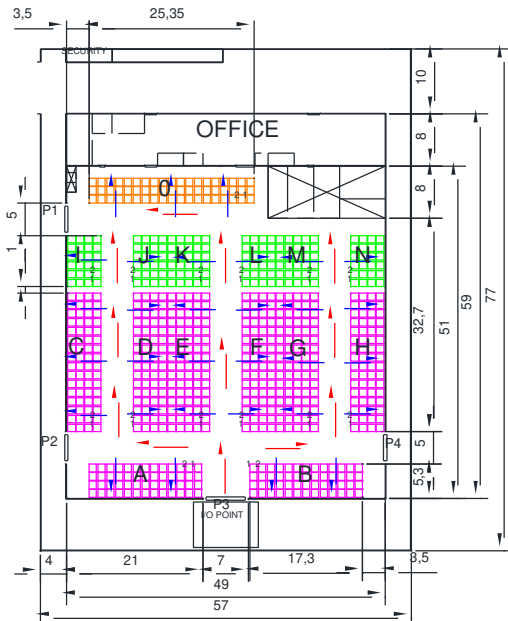
3. Perancangan Layout Perbaikan

Layout perbaikan dibuat dua alternatif sebagai perbandingan.

a. Alternatif Layout Perbaikan A

1) Perancangan Alternatif Layout Perbaikan A

Berdasarkan hasil pembuatan *layout* usulan dan penempatan material pada Gambar 3 dapat dianalisis berikut.



Gambar 3 Alternatif Layout A

a) Kelas A

Material kelas A yaitu *acetate tow* dan *plug wrap* menempati blok - blok penyimpanan yang paling dekat dengan *I/O point*. Material kelas A yang membutuhkan total luasan tempat penyimpanan sebanyak $399 + 95 = 494$ *pallet* menempati blok penyimpanan A, B, C, D, E, F, G, dan H. Blok penyimpanan tersebut memiliki kapasitas simpan 520 *pallet*.

b) Kelas B

Material kelas B yaitu *inner wrap* dan *packaging* menempati blok-blok penyimpanan di belakang kelas A. Material kelas B yang membutuhkan total luasan tempat penyimpanan sebanyak $95 + 34 = 129$ *pallet* dan menempati blok I, J, K, L, M dan O. Blok penyimpanan tersebut memiliki kapasitas simpan total 156 *pallet*.

c) Kelas C

Material kelas C yaitu *tela*, *triacetine*, *yarn*, dan *plastic* menempati blok penyimpanan yang paling jauh dari pintu keluar masuk. Material kelas C membutuhkan total luasan tempat penyimpanan sebanyak 48 *pallet* dan menempati blok O yang berkapasitas 57 *pallet*.

2) Perhitungan Utilitas

Luas gudang adalah 2349 m², luas blok yang tersedia 1233,41 m². Sedangkan luas pemakaian blok menggunakan dimensi material terbesar yaitu 120x110= 13200 cm² atau sama dengan 1,32 m².

Diketahui:

Luas ruang gudang : 2349 m²

Luas total blok yang tersedia : 1233,41 m²

Luas total pemakaian blok:

= kapasitas *pallet* x luas *pallet*

= 733 *pallet* x 1,32 m² = 967,56 m²

Perhitungan utilitas ruang:

$$\text{utilitas ruang} = \frac{\text{luas total blok}}{\text{luas ruang}} \times 100\% = 52,5\%$$

Perhitungan utilitas blok:

utilitas blok

$$= \frac{\text{luas total pemakaian}}{\text{luas total blok}} \times 100\% = 78,45\%$$

3) Perhitungan Jarak Perpindahan

Dari koordinat masing-masing blok penyimpanan, kemudian dihitung titik berat gabungan dari tempat penyimpanan masing material yang hasilnya seperti pada Tabel 10.

Tabel 10 Koordinat Akhir Titik Pusat Area Penyimpanan Layout A

Kelas	Item	Blok Penyimpanan	Koordinat Titik Pusat Gabungan (x,y) (m)
A	Acetate tow	A, B, C, D, E, F, G, H	(24,5 17,25)
	Plug wrap	A, B, C, D, E, F, G, H	(24,5 17,25)
B	Inner Wrap	I, J, K, L, M, N	(24,5 , 36,4)
	Packaging	I, J, K, L, M, N	(24,5 , 36,4)
C	Tela	O	(16.175 , 47.2)
	Triacetine	O	(16.175 , 47.2)
	Yarn	O	(16.175 , 47.2)
	Plastic	O	(16.175 , 47.2)

Tabel 11 merupakan hasil perhitungan jarak perpindahan pada layout A.

Tabel 11 Jarak Perpindahan Material pada Alternatif Layout Usulan A

Kelas	Item	Frekuensi Perpindahan	Jarak (m)	Total Jarak (m)
A	Acetate tow	1717	17,25	29618,25
	Plug wrap	385	17,25	6641,25
B	Inner Wrap	210	36,4	7644
	Packaging	87	36,4	3166,8
C	Tela	68	55,525	3775,7
	Triacetine	52	55,525	2887,3
	Yarn	8	55,525	444,2
	Plastic	3	55,525	166,575
Total		2530		54344,08

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa total jarak perpindahannya per bulannya sebesar 54.344,08 m, sehingga total jarak perpindahan per bulannya sebesar 108.688,16 m sehingga dalam satu tahunnya 108.688,16 m x 12 = 1.304.257,92 m.

4) Perhitungan OMH

Maka pada perhitungan OMH layout usulan menggunakan rumus tersebut sebagai acuan. Dengan jarak perpindahan pada layout usulan sebesar 1.304.257,92 m, didapatkan hasil:

$$\begin{aligned}
 \text{OMH} &= \text{Rp } 22.251.200,00 + \text{Rp } 6.000.000,00 + (\text{Rp } 8,4 + (\frac{\text{Rp } 7.250}{v})) \times m \\
 \text{OMH} &= \text{Rp } 22.251.200,00 + \text{Rp } 6.000.000,00 + ((\text{Rp } 8,4 + (\frac{\text{Rp } 7.250}{952,25})) * 1.304.257,92) \\
 &= \text{Rp } 28.251.200,00 + ((\text{Rp } 8,4 + \text{Rp } 7,61) * 1.304.257,92 \text{ m}) \\
 &= \text{Rp } 28.251.200,00 + \text{Rp } 20.881.169,299 \\
 &= \text{Rp } 49.132,369,299 \text{ per tahun}
 \end{aligned}$$

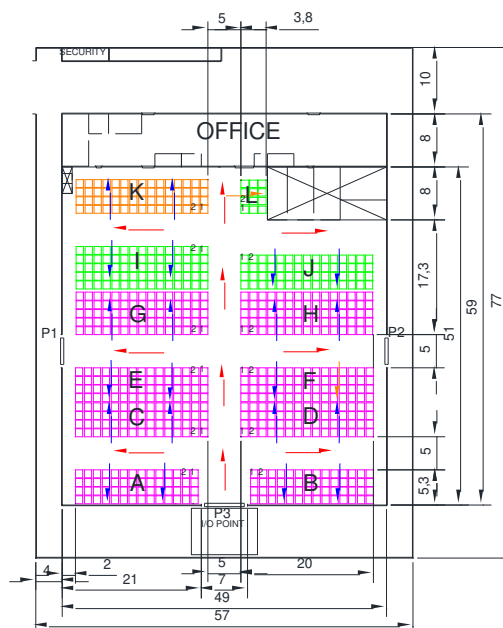
Ongkos material handling per meternya:

$$\begin{aligned}
 z &= \sum_i \sum_j f_{ij} c_{ij} d_{ij} \\
 \text{Rp } 49.132,369,299 &= 1.304.257,92 \times c_{ij} \\
 c_{ij} &= \frac{\text{Rp } 49.132,369,299}{1.304.257,92 \text{ m}} = \text{Rp } 37,67
 \end{aligned}$$

b. Alternatif Layout B

1) Perancangan Alternatif Layout B

Berdasarkan hasil pembuatan alternatif layout usulan B dan penempatan material pada Gambar 4, dapat dianalisis sebagai berikut.



Gambar 4 Alternatif Layout B

a) Kelas A

Material kelas A yaitu *acetate tow* dan *plug wrap*. Material kelas A yang membutuhkan luasan tempat penyimpanan sebanyak 399 + 95 = 494 *pallet* menempati blok penyimpanan A dan B. Blok penyimpanan tersebut memiliki kapasitas simpan 502 *pallet*.

b) Kelas B

Material kelas B yaitu *inner wrap* dan *packaging*. Material kelas B yang membutuhkan total luasan tempat penyimpanan sebanyak 95 + 34 = 129 *pallet* dan menempati blok C dan D. Blok penyimpanan tersebut memiliki kapasitas simpan total 147 *pallet*.

c) Kelas C

Material kelas C yaitu *tela*, *triacetine*, *yarn*, dan *plastic*. Material kelas C membutuhkan total luasan tempat penyimpanan sebanyak 48 *pallet* dan menempati blok E yang berkapasitas 60 *pallet*.

2) Perhitungan Utilitas.

Luas gudang adalah 2349 m², luas blok yang tersedia 1204,59 m². Sedangkan luas pemakaian blok menggunakan dimensi material terbesar yaitu 120x110 = 13200 cm² atau sama dengan 1,32 m².

Diketahui:
 Luas ruang gudang: 2349 m²
 Luas total blok yang tersedia: 1204,59 m²
 Luas total pemakaian blok:
 = kapasitas *pallet* x luas *pallet*
 = 709 *pallet* x 1,32 m² = 935,88 m²

Perhitungan utilitas ruang:

$$utilitas\ ruang = \frac{luas\ total\ blok}{luas\ ruang} \times 100\%$$

$$= 0,5128 = 51,28\%$$

Perhitungan utilitas blok:

$$utilitas\ blok = \frac{luas\ total\ pemakaian}{luas\ total\ blok} \times 100\% = 77,69\%$$

3) Perhitungan Jarak Perpindahan

Dari koordinat masing-masing blok penyimpanan, kemudian dihitung titik berat gabungan dari tempat penyimpanan masing-masing material seperti pada Tabel 12.

Tabel 12 Koordinat Akhir Titik Pusat Area Penyimpanan Layout B

Kelas	Item	Blok Penyimpanan	Koordinat Titik Pusat Gabungan (x,y) (m)
A	Acetate tow	A, B, C, D, E, F, G, H	(24,5 , 13,82)
	Plug wrap	A, B, C, D, E, F, G, H	(24,5 , 13,82)
B	Inner Wrap	I, J, K	(24,5 , 38,4)
	Packaging	I, J, K	(24,5 , 38,4)
C	Tela	L	(28,9 , 46)
	Triacetine	L	(28,9 , 46)
	Yarn	L	(28,9 , 46)
	Plastic	L	(28,9 , 46)

Tabel 13 merupakan hasil perhitungan jarak perpindahan pada layout B.

Tabel 13 Jarak Perpindahan Material pada Alternatif *Layout* Usulan B

Kelas	Item	Frekuensi Perpindahan	Jarak (m)	Total Jarak (m)
A	Acetate tow	1717	13,82	23728,94
	Plug wrap	385	13,82	5320,7
B	Inner Wrap	210	38,4	8064
	Packaging	87	38,4	3340,8
C	Tela	68	50,4	3427,2
	Triacetine	52	50,4	2620,8
	Yarn	8	50,4	403,2
	Plastic	3	50,4	151,2
Total		2530		47056,84

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa total jarak perpindahannya per bulannya sebesar 47.056,84 m, sehingga total jarakperpindahan per bulannya sebesar 94.113,68 m dan dalam satu tahunnya 94.113,68 m x12 bulan= 1.129.364,16 m.

4) Perhitungan OMH

Jarak perpindahan pada *layout* usulan sebesar 1.129.364,16 m, maka didapatkan hasil OMH:

$$OMH = Rp\ 22.251.200,00 + Rp\ 6.000.000,00 + ((Rp\ 8,4 + (\frac{Rp\ 7.250}{952,25})) * 1.129.364,16)$$

$$= Rp\ 28.251.200,00 + ((Rp\ 8,4 + Rp\ 7,61) * 1.129.364,16\ m)$$

$$= Rp\ 28.251.200,00 + Rp\ 18.081.120,202$$

$$= Rp\ 46.32.329,202\ per\ tahun$$

OMH per meternya:

$$z = \sum_i \sum_j f_{ij} c_{ij} d_{ij}$$

$$Rp\ 46.32.329,202 = 1.129.364,16 \times c_{ij}$$

$$c_{ij} = \frac{Rp\ 46.32.329,202}{1.129.364,16\ m} = Rp\ 41,03$$

4. Analisis Hasil

Setelah dilakukan pengolahan data, kemudian dilakukan analisis terhadap hasil yang telah didapatkan yaitu tata letak penempatan barang dengan kebijakan penyimpanan *class based storage*.

Tabel 14 merupakan perbandingan layout awal dan layout usulan.

Tabel 14 Perbandingan Layout Awal dan Layout Usulan

	<i>Layout</i> Awal	Alternatif A	Alternatif B
Kapasitas Blok	724 <i>pallet</i>	733 <i>pallet</i>	709 <i>pallet</i>
Luas Blok	1.336 m ²	1.233,41 m ²	1204,59m ²
Utilitas Ruang	56,88%	52,5%	51,28%
Utilitas Blok	71,53%	78,45%	77,69%
Jarak Perpindahan (tahun) (m)	2.399.688,8	1.304.257,9	1.129.364,2
Ongkos <i>Material Handling</i> per tahun (periode April 2012-Maret 2013)	Rp 66.670.217,688	Rp 49.132.369,299	Rp 46.32.329,202
Ongkos <i>Material Handling</i> (per meter)	Rp 27,78	Rp 37,67	Rp 41,03

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa total jarak yang ditempuh *forklift* selama satu tahun (periode April 2012 - Maret 2013) adalah 1.129.364,16 m dan total Ongkos *Material Handling* (OMH) sebesar Rp 46.32.329,202 sehingga OMH per meternya sebesar Rp 41,03.

$$\text{Prosentase penurunan jarak} = \frac{2.399.688,8 \text{ m} - 1.129.364,16 \text{ m}}{2.399.688,8 \text{ m}} \times 100\% = 52,94\%$$

$$\text{Prosentase penurunan OMH} = \frac{\text{Rp } 66.670.217,688 - \text{Rp } 46.132.329,202}{\text{Rp } 66.670.217,688} \times 100\% = 30,81\%$$

Dengan penurunan jarak 52,94% dan penurunan ongkos *material handling* sebesar 30,81% dibandingkan *layout* awal, dapat dipilih bahwa alternatif *layout* yang paling baik adalah alternatif *layout* B.

5. Penutup

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan frekuensi perpindahan, material dikelompokkan ke dalam tiga kelas sesuai dengan hukum Pareto, yaitu:
 - a. Kelas A: *Acetate Tow* dan *Plug Wrap*
 - b. Kelas B: *Inner Wrap* dan *Packaging*
 - c. Kelas C: *Triacetine, Yarn, Tela, Plastic*
 Dari perhitungan tersebut kemudian dilakukan perancangan *layout* perbaikan dengan membuat dua alternatif *layout* berdasarkan kelas serta jumlah tempat penyimpanan material tiap kelasnya.
2. Dari dua alternatif *layout* yang telah dibuat terpilih alternatif *layout* B yang mampu menurunkan jarak perpindahan 52,94% dari 2.399.688,8 meter per tahun menjadi 1.129.364,16 meter dan menurunkan ongkos *material handling* sebesar 30,81% dari Rp 66.670.217,688 menjadi Rp 46.132.329,202.

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Dilakukan analisis yang lebih mendalam apabila dilakukan tahap implementasi sehingga faktor yang tidak diperhitungkan sesuai dengan perbaikan yang dilakukan.
2. Diterapkannya *Radio Frequency Identification* (RFID) yang terhubung dengan sistem *database*. Hal ini akan memudahkan untuk mengidentifikasi keberadaan barang.

3. Pada penelitian selanjutnya dapat dibuat simulasi mengenai hasil dari perbaikan tata letak.

Daftar Pustaka

- Hadiguna, Rika Ampuh & Setiawan, Heri. (2008). *Tata Letak Pabrik*. Penerbit Andi. Yogyakarta
- Permendiknas. (2006). *Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*. Depdiknas. Jakarta.
- Pujawan, I Nyoman. (2008). *Ekonomi Teknik Edisi Kedua*. Guna Widya. Surabaya.
- Purnomo, Hari. (2004). *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Tompkins, James A. & Smith, Jerry D. (1990). *The Warehouse Management Handbook*.

Lampiran 1 Tabel Data Penerimaan dan Pengeluaran Material

Tabel Data Penerimaan Material

No	Item	Satuan	Apr-12	Mei-12	Jun-12	Jul-12	Agust-12	Sep-12	Okt-12	Nop-12	Des-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Rata2
1	Acetate tow	KG	440344	686916	529279	955595,2	420867,8	511163,4	443753,3	455019,6	300595,2	486447,3	390031,1	654130,1	522845,2
2	Inner Wrap	KG	174	31840,62	6916,25	13603,8	18547,2	20405,7	14462,76	8523,6	45440,64	23566,68	12519,36	25438,72	18453,28
3	Packaging	EA	61986	43665	46328	81240	58679	50749	45661	55831	62203	63711	48985	48909	55662,25
4	Plug wrap	BB	21725	22950	25056	33332	17460	27069	25192	21716	39531	32296	38453	28108	27740,67
5	Triacetine	KG	31050	41400	10350	31050	35875	41400	0	62100	35875	22142	21900	62580	32976,83
6	Plastic	EA	10130	23375	0	10360	15025	8000	12675	6550	10025	44681	48404,52	0	15768,79
7	Tela	KG	4555,95	0	8334	4698	0	5790	3180	5008	3915	7592	6437	4488	4499,829
8	Yarn	KG	3720,36	4628,48	920	5003,22	0	3262,66	769,04	2038,83	533,68	0	1038,82	1635,34	1962,536

Tabel Data Pengeluaran Material

No	Item	Satuan	Apr-12	Mei-12	Jun-12	Jul-12	Agust-12	Sep-12	Okt-12	Nop-12	Des-12	Jan-13	Feb-13	Mar-13	Rata2
1	Acetate tow	KG	467982,9	504144,6	470962,8	482040,2	684729,6	446834,3	590426	462456,2	533858,8	494656,2	448522,7	483130,9	505812,1
2	Inner Wrap	KG	4726,174	9429,43	9488,4	9580,9	6028,54	21222,29	29847,76	17169,63	17929,69	23541,24	13118,3	16883,48	14913,82
3	Packaging	EA	56268	61545	56316	61520	44979	44041	41155	52923	42034	42117	44391	28590	47989,92
4	Plug wrap	BB	24249	29324	24456,27	27085	20528,88	27275	30191	27219	24235,05	26785	21942,63	27575	25905,48
5	Triacetine	KG	10350	31050	35875	54350	15175	21850	35875	44000	20700	25525	16325	2300	26114,58
6	Plastic	EA	8390	3500	6400	10960	9775	11800	4800	4550	10025	11281	16704,52	15335,1	9460,052
7	Tela	KG	2838	4260,5	4263	4811,55	2631	3221	5645	1886	6402	5979	3579	3145,5	4055,129
8	Yarn	KG	1454,3	4351,76	307	4476	402,2	1036,9	1042,7	733,31	533,39	45,03	792,91	128,9	1275,367

Keterangan:

*) Cell dengan warna hijau merupakan bulan yang mempunyai jumlah kedatangan maksimal material. Data ini digunakan untuk menentukan jumlah tempat penyimpanan.